

Technical Paper

Pengaruh Jenis Kemasan dan Penyimpanan Suhu Rendah Terhadap Perubahan Kualitas Cabai Merah Keriting Segar

Effect of Different Packaging and Low Temperature Storage on the Quality Changes of Fresh Red Curly Chili

Asmeri Lamona, Program Studi Teknologi Pascapanen, Institut Pertanian Bogor.
Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

Y. Aris Purwanto, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.
Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680. Email: arispurwanto@gmail.com

Sutrisno, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.
Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Abstract

During postharvest handling of red curly chili, transportation and temporary storage are critical step due to high losses. The objectives of this study were to analyze the effect of packaging material and low temperature storage on the quality changes of fresh red curly chili and to determine the optimum combination of packaging material and temperature storage. After being harvested, samples of red curly chili were sorted and packed in different packaging material of 3 kg and transported to the laboratory within 5 hours at ambient temperature condition. During storage period, the visual appearance, change in respiration rate, weight loss, firmness and color were measured. Waring, plastic sack and polipropilene plastic were selected as packaging materials, temperature of 10, 15°C and ambient temperature were set as storage temperature. The results show that packaging material and temperature storage influenced the respiration rate, weight loss and firmness of red curly chili. Lightness (L^) correlated only with packaging material. The interaction between packaging material and temperature storage has only correlation with weight loss. The highest losses of 21.06 ± 0.4 was resulted for the combination of waring packaging at room temperature. The lowest losses of 0.12 ± 0.1 was found for the combination of polipropilene plastic packaging at 10°C. The longest storage period up to 29 days was found for those red curly chili stored at combination of polipropilene plastic packaging at 10°C.*

Keywords: red curly chili, packaging, low temperature storage, shelflife, weight loss

Abstrak

Proses penanganan pasca panen cabai merah keriting selama transportasi dan penyimpanan sementara merupakan permasalahan yang kritis karena susut yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh jenis kemasan dan penyimpanan suhu rendah terhadap kualitas cabai merah keriting segar serta menentukan kombinasi jenis kemasan dan suhu penyimpanan yang optimum. Setelah dipanen dan dilakukan sortasi, cabai merah keriting dikemas dalam kemasan jala plastik, karung plastik dan plastik film polipropilen (PP) dengan berat sampel 3 kg per kemasan. Selanjutnya dilakukan pengiriman dari rumah kemasan ke Laboratorium dengan lama pengangkutan 5 jam pada kondisi suhu udara lingkungan. Proses penyimpanan di Laboratorium dilakukan pada suhu 10°C, 15°C dan suhu ruang. Selama penyimpanan, dilakukan pengamatan secara visual dan pengukuran respirasi, susut bobot, kekerasan dan warna. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jenis kemasan dan suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap laju respirasi, susut bobot dan kekerasan sedangkan tingkat kecerahan (L^*) hanya dipengaruhi oleh jenis kemasan. Interaksi antara jenis kemasan dan suhu penyimpanan hanya berpengaruh nyata terhadap susut bobot. Nilai susut bobot paling tinggi (21.06 ± 0.4) dihasilkan dari penyimpanan cabai keriting dengan kemasan jala plastik pada suhu ruang. Sedangkan susut paling rendah (0.12 ± 0.1) dihasilkan dari penyimpanan dalam plastik film PP pada suhu 10°C. Cabai keriting yang disimpan dengan menggunakan plastik film PP dan pada suhu penyimpanan 10°C dapat mempertahankan kualitas cabai sampai 29 hari.

Kata Kunci: cabai merah keriting, kemasan, penyimpanan suhu rendah, umur simpan, susut bobot

Diterima: 11 Juni 2015; Disetujui: 4 September 2015

Pendahuluan

Cabai merah keriting merupakan produk hortikultura yang mudah rusak sehingga tidak dapat disimpan untuk waktu yang lama. Jika tidak didistribusikan segera, cabai akan mengalami kerusakan baik kualitas maupun kuantitas. Secara fisiologi, setelah dipanen cabai merah keriting tetap melakukan kegiatan metabolisme seperti respirasi dimana laju respirasi ini tergantung dari kondisi lingkungannya. Aktivitas respirasi ini tidak bisa dihentikan tetapi bisa dikurangi dengan cara salah satunya melalui penyimpanan pada suhu rendah yang dikombinasikan dengan pengemasan yang tepat. Walker (2010) menyatakan bahwa penggunaan ruang pendingin cocok untuk penyimpanan cabai karena dapat mempertahankan kesegaran produk untuk waktu yang lebih lama. Kondisi optimum penyimpanan cabai merah segar berada di antara 5 sampai 10°C dengan kelembaban relatif 95% (Thompson 2002). Pantastico (1986) menyatakan bahwa untuk penyimpanan cabai merah di daerah tropis sebaiknya dilakukan pada suhu 5.6-7.2°C dengan kelembaban 90-95% agar cabai dapat bertahan selama dua minggu. Penyimpanan pada suhu yang lebih rendah dapat menyebabkan *chilling injury* yang akan menyebabkan produk menjadi lunak, munculnya bintik dan lubang pada permukaan kulit dan sangat rentan terhadap kebusukan (Purwanto *et al.* 2005; 2011). Penggunaan suhu rendah yang sesuai dapat mempertahankan kesegaran cabai 2-3 minggu (Purwanto *et al.* 2013).

Selain penyimpanan suhu rendah, pengemasan juga dapat mempengaruhi masa simpan cabai. Dengan kandungan air yang cukup tinggi (55-85 %) pada saat panen menyebabkan cabai merah memiliki tingkat kerusakan yang dapat mencapai 40% selama transportasi dan penyimpanan. Menurut Walker (2010), penyimpanan cabai dengan kotak akan menghilangkan bobot sekitar 3.5% pada suhu 24°C setiap harinya, namun hanya 0.5% jika menggunakan suhu penyimpanan 8°C, sedangkan jika menggunakan kemasan plastik polietilen (PE), kehilangan bobotnya lebih rendah. Susut bobot setelah 1 minggu penyimpanan hanya mencapai 0.3% pada penyimpanan suhu 24°C dan 0.2% pada suhu 8°C. Zaulia *et al.* (2006) melaporkan bahwa penggunaan plastik jenis polipropilen (PP) dapat mempertahankan mutu dan kesegaran cabai potong sampai 4 minggu dengan suhu penyimpanan 2°C. Purwanto *et al.* (2013) pada hasil penelitiannya menyatakan bahwa penggunaan kemasan karton dapat mempertahankan kualitas cabai lebih baik dibandingkan kemasan jala dan karung plastik pada suhu 10°C sampai 17 hari penyimpanan. Pangidoan *et al.* (2014) pada hasil penelitiannya menambahkan bahwa penggunaan kemasan karton dan keranjang memberikan hasil yang sama terhadap perubahan kualitas cabai selama transportasi dari pendistribusiannya.

Secara praktek di lapangan, petani dan pedagang menggunakan berbagai macam jenis kemasan untuk proses pengangkutan dan penyimpanan cabai merah keriting. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh jenis kemasan yang dikombinasikan dengan perlakuan suhu rendah untuk penyimpanan sementara terhadap perubahan kualitas cabai keriting dan menentukan kombinasi jenis kemasan dan suhu penyimpanan yang optimum.

Bahan dan Metode

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah cabai merah keriting segar (Cabai Hibrida - TM 99) yang diambil langsung dari petani di daerah dataran tinggi Pasirwangi-Garut pada musim panen bulan November. Cabai berasal dari kebun yang sama dengan penanganan yang sama mulai dari benih, pemupukan, pemanenan sampai pengangkutan hasil panen dari lapang. Cabai dipanen mulai pukul 07.00 WIB dan dibawa ke tempat sortasi sekitar pukul 10.00 WIB. Cabai yang baru dipanen diberi perlakuan pendinginan pendahuluan (*pre-cooling*) selama ± 2 jam dengan cara dihamparkan pada tempat yang terlindung dari sinar matahari sambil dilakukan sortasi untuk memisahkan bagian yang tidak layak seperti patah/memar, terkena hama/penyakit dan busuk. Cabai yang dipilih memiliki keseragaman warna dan bebas dari penyakit serta kerusakan mekanis maupun busuk. Cabai dimasukkan ke dalam kemasan jala plastik (sebagai kontrol), karung plastik dan plastik film PP dengan kapasitas pengisian masing-masingnya 3 kg. Jenis kemasan yang digunakan pada penelitian ini dipilih berdasarkan kemasan yang umum dipakai oleh petani dan pedagang cabai namun dengan skala ukuran yang lebih kecil. Bahan pengemas plastik berupa jala (*waring*) dan karung (*woven bags*) yang biasa digunakan di pasaran mempunyai ukuran 80x120 cm dengan kapasitas isi ± 40 kg sedangkan untuk plastik film, beberapa pedagang lebih memilih plastik film yang berukuran 40x60 cm dengan kapasitas isi ± 5 kg. Untuk penelitian, kemasan yang digunakan rata-rata dengan kapasitas isi ± 3 kg dengan penyesuaian ukuran kemasan. Kemasan jala plastik yang dipakai berukuran 35x55 cm, karung plastik berukuran 45x75 cm dan kemasan plastik *film* PP berukuran 40x60 cm. Cabai yang sudah dikemas dibawa ke laboratorium menggunakan transportasi darat dengan waktu tempuh ± 5 jam pada malam hari. Masing-masing kemasan yang berisi cabai disimpan dalam *cool storage* dengan suhu 10°C, 15°C dan suhu ruang (28-32°C). Parameter mutu yang diamati adalah laju respirasi, susut bobot, perubahan nilai kekerasan dan perubahan warna dengan mengukur nilai kecerahan (L^*) dan $^{\circ}$ hue. Pengamatan dilakukan setelah penyimpanan hari ke 1, 3 dan 5.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah lemari pendingin (*cold storage*) yang dapat diatur suhunya, cosmotector untuk mengukur konsentrasi gas O_2 dan CO_2 pada proses respirasi, chromameter CR 400 merek Minolta untuk mengukur warna, rheometer CR-300DX untuk mengukur kekerasan, timbangan Mettler PM 4800, *chamber* untuk respirasi berupa toples kaca kapasitas 3310 ml.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) secara faktorial yang terdiri dari 2 faktor utama, yaitu jenis kemasan yang terdiri dari jala plastik, karung plastik dan plastik film PP serta faktor suhu penyimpanan yang terdiri suhu $10^\circ C$, $15^\circ C$ dan suhu ruang. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data hasil pengamatan dianalisa secara sidik ragam dengan uji Anova (analisis varians) menggunakan SAS (Versi 9.1.3) dan jika hasil yang didapatkan berbeda nyata maka pengujian dilanjutkan dengan uji *Duncan's New*

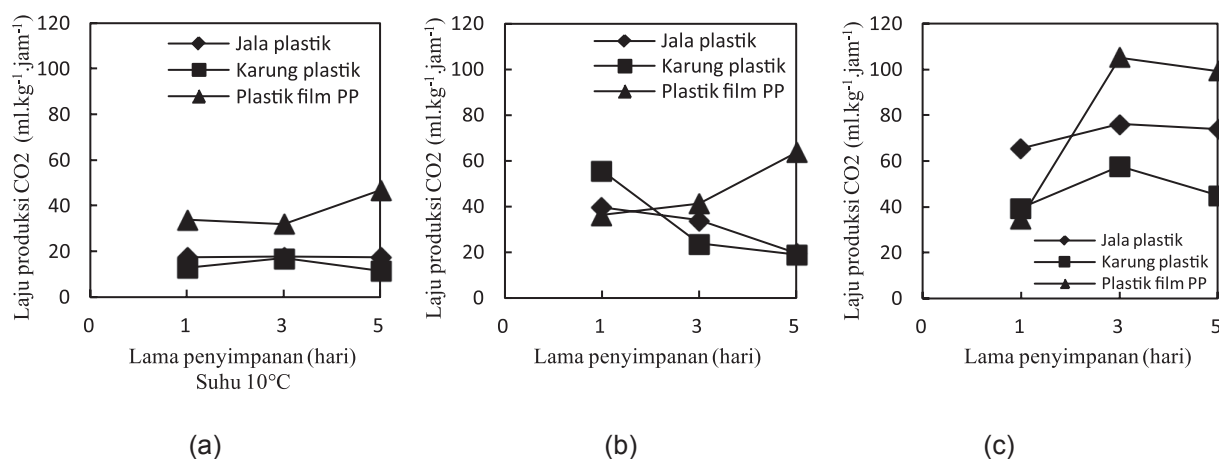
Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan nilai tengah.

Hasil dan Pembahasan

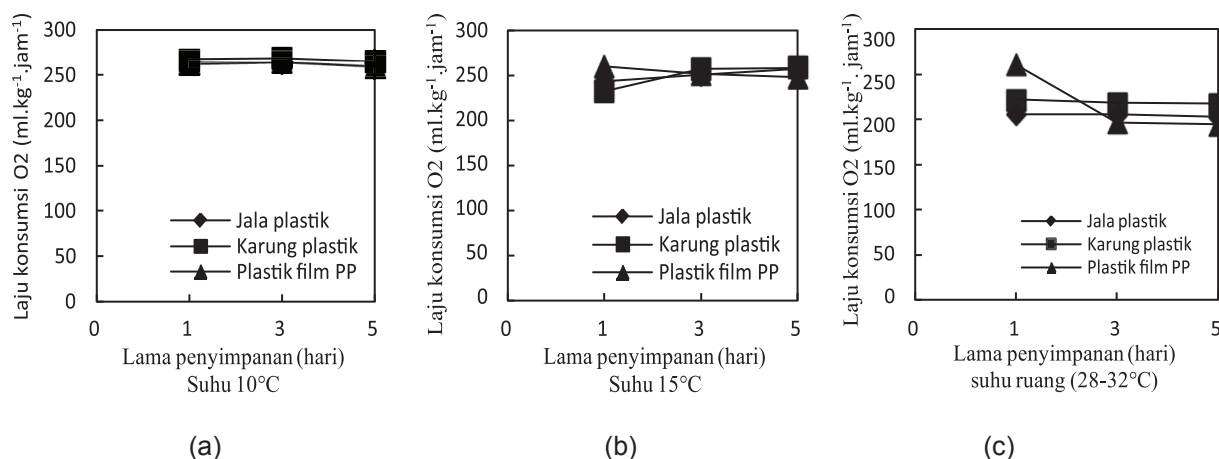
Laju Respirasi

Komoditi hortikultura seperti cabai akan terus melakukan proses respirasi walaupun setelah dilakukan pemanenan (Winarno 2002). Laju respirasi sangat dikendalikan oleh suhu. Setiap kenaikan suhu $10^\circ C$ lajunya akan meningkat dua kali atau tiga kali (hukum Van't Hoffs). Pengukuran laju ini dapat dilakukan dengan menentukan substrat yang hilang, O_2 yang diserap dan CO_2 yang dikeluarkan serta panas yang dihasilkannya (Pantastico 1986).

Laju produksi CO_2 dan konsumsi O_2 cabai merah keriting yang dihasilkan selama penyimpanan pada beberapa jenis kemasan dan tingkat suhu ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2. Pada Gambar 2 dapat dilihat pola konsumsi O_2 cabai merah selama penyimpanan menurun dan tidak menunjukkan adanya puncak respirasi mulai dari



Gambar 1. Pola laju produksi CO_2 cabai pada penyimpanan (a) suhu $10^\circ C$, (b) suhu $15^\circ C$ dan (c) suhu ruang ($28-32^\circ C$).



Gambar 2. Pola laju konsumsi O_2 cabai pada penyimpanan (a) suhu $10^\circ C$, (b) suhu $5^\circ C$ dan (c) suhu ruang ($28-32^\circ C$).

pengukuran hari pertama dan pada Gambar 1 juga menunjukkan terjadinya penurunan jumlah produksi CO₂ kecuali pada penyimpanan suhu ruang. Cabai yang disimpan pada suhu ruang mengalami penurunan jumlah produksi CO₂ dimulai pada hari ke-3 (Gambar 1.c). Hal ini dapat disebabkan oleh cabai yang disimpan pada suhu ruang matang maksimal pada hari ke-3 dan pola produksi CO₂-nya mengalami penurunan setelah hari ke tiga penyimpanan. Terjadinya penurunan pada pola produksi CO₂ dan konsumsi O₂ serta tidak terjadinya puncak respirasi menunjukkan bahwa cabai merah termasuk jenis sayuran dengan pola respirasi non klimakterik. Winarno (2002) menyatakan pada produk hortikultura golongan non-klimakterik proses respirasinya akan berjalan lambat sehingga tidak terlihat nyata perubahan yang terjadi pada fase pemasakan. Hal ini mengakibatkan beberapa buah non klimakterik termasuk cabai harus dipanen pada saat matang penuh untuk mendapatkan kualitas maksimum dalam hal penerimaan visual (kesegaran, warna dan tidak adanya kebusukan atau kerusakan fisiologis), tekstur (kekerasan, *juiciness* dan kerenyahan), cita rasa dan kandungan nutrisi yang meliputi vitamin, mineral dan serat.

Laju produksi CO₂ cabai pada penyimpanan suhu ruang lebih tinggi dibandingkan suhu 10°C dan 15°C. Laju paling tinggi dihasilkan dari cabai yang disimpan dalam kemasan plastik PP, diikuti jala plastik dan karung plastik. Hal sama juga terjadi pada penyimpanan cabai pada suhu 10°C dan 15°C pada hari yang sama.

Laju produksi CO₂ cabai yang dihasilkan selama penyimpanan berkisar antara 16.24±1.95 sampai 73.93±11.70 ml.kg⁻¹.jam⁻¹ dan laju konsumsi O₂ cabai yang dihasilkan sekitar 206.20±4.49 sampai 265.90±1.86 ml.kg⁻¹.jam⁻¹. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penggunaan kemasan dan suhu yang berbeda berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap laju produksi CO₂ dan laju konsumsi O₂, namun intraksi antara keduanya tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap laju produksi CO₂ laju konsumsi O₂ cabai selama penyimpanan. Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha = 0.05$) menunjukkan bahwa laju produksi CO₂ cabai dalam kemasan plastik film PP lebih tinggi dibandingkan jala plastik dan karung plastik dan laju konsumsi O₂ cabai dalam plastik film PP dan karung plastik lebih tinggi dibandingkan cabai dalam kemasan jala plastik. Hal ini dapat disebabkan oleh terperangkapnya panas hasil respirasi cabai dalam kemasan yang mempercepat terjadinya proses respirasi.

Laju respirasi merupakan petunjuk yang baik untuk mengetahui daya simpan produk hasil pertanian. Intensitas respirasi dianggap sebagai ukuran laju jalannya metabolisme sehingga dapat dianggap sebagai petunjuk untuk pengukuran daya simpan. Daya simpan komoditi akan berbanding terbalik dengan laju respirasi atau laju evolusi panasnya. (Pantastico 1986).

Susut Bobot

Susut bobot dapat dijadikan sebagai indikator penurunan mutu produk hasil pertanian terutama produk hasil hortikultura seperti cabai. Tingginya kandungan air pada cabai segar yang baru dipanen, yaitu sekitar 77.74% menyebabkan produk ini harus segera diberi penanganan agar tidak terjadi kebusukan atau mengalami kekeringan akibat tingginya aktivitas respirasi dan transpirasi yang terjadi pada cabai setelah dipanen. Pemberian kemasan dan penyimpanan pada suhu rendah merupakan bagian dari penanganan pascapanen yang dapat diterapkan untuk menahan penurunan kandungan air cabai merah yang sangat berpengaruh terhadap susut bobot cabai.

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan susut bobot cabai pada semua perlakuan sampai pengamatan hari ke-5. Susut bobot yang tertinggi dihasilkan oleh cabai dalam kemasan jala plastik pada ketiga suhu penyimpanan. Penggunaan jala plastik sebagai pengemas sama halnya dengan penyimpanan terbuka, karena itu susut bobot akibat keluarnya kandungan air cabai dapat terjadi dengan mudah. Selain itu susut juga dapat disebabkan oleh tercecernya cabai selama pemindahan tempat karena besarnya pori-pori kemasan yang dapat meloloskan buah cabai.

Penyimpanan pada suhu rendah dapat memperlambat terjadinya reaksi metabolisme seperti respirasi dan transpirasi. Hasil yang sama didapatkan dari penyimpanan paprika pada beberapa tingkat suhu. Susut bobot dari penyimpanan paprika pada suhu 20°C lebih tinggi dibandingkan paprika yang disimpan pada suhu 14°C dan 8°C dan susut bobot paprika yang disimpan pada suhu 25°C lebih tinggi dibandingkan suhu 10°C (Rao *et al.*, 2011). Pada penelitian ini, susut bobot cabai pada penyimpanan suhu 10°C lebih tinggi jika dibandingkan penyimpanan pada suhu 15°C. Hasil tersebut sudah terlihat dari awal penyimpanan sehingga kecil kemungkinan disebabkan oleh terjadinya *chilling injury* yang biasanya terjadi pada penyimpanan produk hortikultura dengan suhu rendah. Gejala *chilling injury* pada cabai ditandai dengan pengkripitan bagian permukaan (Purwanto *et al.*, 2005; 2012), berlubang dan gampang busuk (Walker, 2010), namun pada pengukuran pertama yang dilakukan, kondisi cabai masih normal. Walker (2010) menambahkan bahwa kondisi penyimpanan optimum untuk cabai segar adalah 7-10°C dengan kelembaban relatif 90-95%, sehingga kemungkinan terjadinya *chilling injury* pada penyimpanan suhu 10°C sangat kecil. Faktor lain yang dapat menjadi penyebab tingginya susut bobot pada penyimpanan suhu 10°C adalah rendahnya kelembaban udara (RH) ruang penyimpanan. Pada penelitian ini, kelembaban udara selama penyimpanan 5 hari, untuk ruang penyimpanan suhu 10°C (rata-rata 75.3±9.77%) lebih rendah jika dibandingkan RH ruang penyimpanan suhu 15°C (rata-rata

76.6±13.06%), sehingga keluarnya kandungan air cabai yang disimpan pada suhu 10°C lebih banyak yang menyebabkan susut bobotnya menjadi lebih tinggi. Peningkatan susut bobot biasanya ditandai dengan terjadinya pelayuan dan kekeringan pada bahan yang disimpan. Kehilangan air selama penyimpanan tidak hanya akan menurunkan bobot namun juga dapat menurunkan mutu dan dapat menimbulkan kerusakan. Kehilangan yang hanya sedikit mungkin tidak akan mengganggu tetapi kehilangan yang cukup besar akan menyebabkan pelayuan dan pengripitan.

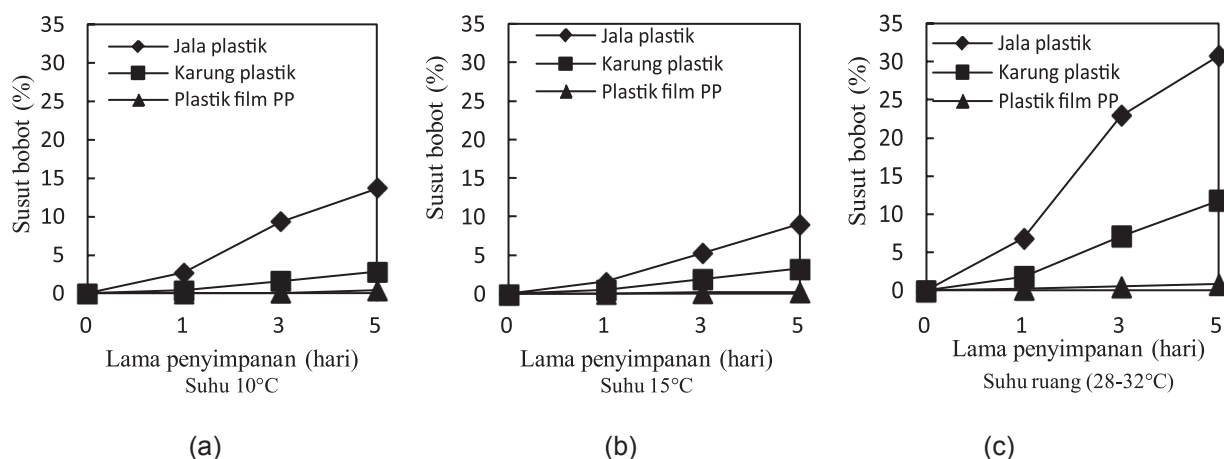
Rata-rata susut bobot cabai yang disimpan dalam tiga jenis kemasan dan suhu yang berbeda berkisar antara 0.13 sampai dengan 21.07%. Hasil analisis sidik ragam ($\alpha=0.05$) menunjukkan bahwa perbedaan jenis kemasan dan suhu penyimpanan serta interaksi antara jenis kemasan dan suhu penyimpanan berpengaruh nyata ($p<0.05$) terhadap susut bobot cabai selama penyimpanan. Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha=0.05$) menunjukkan bahwa cabai yang dikemas dengan jala plastik pada penyimpanan suhu ruang lebih tinggi susut bobotnya ($21.06\%\pm 0.4$) dibandingkan cabai dalam kemasan karung plastik dan susut bobot paling rendah didapat dari cabai dalam plastik film PP pada penyimpanan suhu 10°C ($0.12\%\pm 0.1$).

Rendahnya nilai susut bobot cabai dalam kemasan plastik film PP dapat disebabkan oleh sifat bahan pengemas yang mempunyai permeabilitas terhadap uap air yang rendah. Tingginya kelembaban udara dalam kemasan dapat mempertahankan keluarnya air dari permukaan cabai dan rendahnya permeabilitas bahan dapat menekan keluarnya air ke lingkungan sehingga susut bobot akibat evaporasi dapat ditekan. Lownds (1994) menyatakan bahwa kemasan plastik film mampu menahan kehilangan air pada paprika hingga 20 kali lebih rendah. Taksinamanee *et al.* (2006) juga melaporkan bahwa cabai varietas Superhot yang dikemas menggunakan PVC dan plastik film PE lebih efektif dalam menekan susut

bobot cabai karena tingginya kelembaban udara dalam kemasan. Pada kemasan karung plastik, uap air ini dengan mudah keluar dari kemasan karena terdapatnya ventilasi udara diseluruh permukaan kemasan dan dengan adanya proses evaporasi dari permukaan jaringan akan dapat meningkatkan susut bobot cabai selama penyimpanan.

Nilai Kekerasan

Nilai kekerasan yang tinggi mengindikasikan terjadinya kekeringan pada cabai. Hal ini dapat disebabkan oleh besarnya nilai kehilangan air dari cabai yang menyebabkan cabai menjadi layu dan keriput sehingga teksturnya menjadi lebih keras. Wills *et al.* (1998) menyatakan ketika air menguap dari jaringan buah, tekanan turgor menurun dan sel-sel mulai menyusut dan rusak sehingga buah kehilangan kesegarannya. Pada Gambar 4 dapat dilihat penurunan nilai kekerasan cabai yang disimpan dalam kemasan karung plastik dan plastik film PP pada penyimpanan hari ke-4 suhu 10°C dan 15°C lebih besar dibandingkan cabai dalam kemasan jala plastik namun cabai dalam kemasan jala plastik pada kedua suhu tersebut tidak mengalami perubahan nilai kekerasan yang nyata. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat kemasan karung plastik dan plastik film PP yang mampu menekan jumlah kehilangan air cabai sehingga cabai yang dikemas tidak menjadi kering/keriput yang dapat menyebabkan teksturnya jadi keras walaupun disimpan pada suhu dan kelembaban udara yang lebih rendah. Sedangkan cabai dalam kemasan jala plastik akan mengalami penguapan akibat terjadinya kesetimbangan kandungan air di udara tempat penyimpanan sehingga nilai kekerasannya cenderung stabil selama penyimpanan. Karena sifat kemasan jala plastik yang sangat rendah permeabilitasnya terhadap uap air maka cabai yang disimpan pada kemasan ini memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan dua kemasan lainnya walaupun pada penyimpanan suhu yang berbeda dan pada penyimpanan suhu ruang perbedaan



Gambar 3. Susut bobot cabai (%) pada penyimpanan (a) suhu 10°C, (b) suhu 15°C dan (c) suhu ruang (28-32°C).

nilainya lebih besar.

Semakin besar nilai penurunan kekerasan cabai menandakan tekstur cabai semakin lunak. Pelunakan ini dapat terjadi akibat perubahan komposisi dinding sel yang termasuk ke dalam salah satu mekanisme pelunakan yang biasa terjadi pada buah saat matang (Tucker *et al.* 1993). Peningkatan dan penurunan nilai kekerasan berhubungan dengan penguapan air dan tingkat kekerasan bergantung pada tebalnya bagian kulit luar, kandungan total padatan dan kandungan pati pada suatu bahan (Pangidoan *et al.* 2014; Pantastico 1986). Peningkatan nilai kekerasan ini juga mempengaruhi susut bobot cabai karena tingginya nilai kekerasan disebabkan oleh banyaknya kandungan air cabai yang hilang yang berarti susut bobotnya juga semakin tinggi.

Rata-rata nilai kekerasan cabai selama penyimpanan berkisar antara 0.30 sampai dengan 0.43N. Hasil analisis sidik ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perbedaan jenis kemasan dan suhu penyimpanan berpengaruh nyata ($p<0.05$) terhadap nilai kekerasan cabai selama penyimpanan. Sedangkan interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata ($p>0.05$). Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa kemasan jala plastik (rerata 0.40N) dan plastik film PP (rerata 0.37N) yang digunakan sebagai wadah penyimpanan cabai pada penelitian ini menghasilkan nilai kekerasan cabai lebih tinggi dibandingkan cabai dalam kemasan karung plastik (rerata 0.33N), namun hasil antara plastik film PP dengan jala plastik dan plastik film PP dengan karung plastik tidak berbeda nyata. Suhu penyimpanan cabai 10°C dan 15°C menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan penyimpanan suhu ruang (rerata 0.33N).

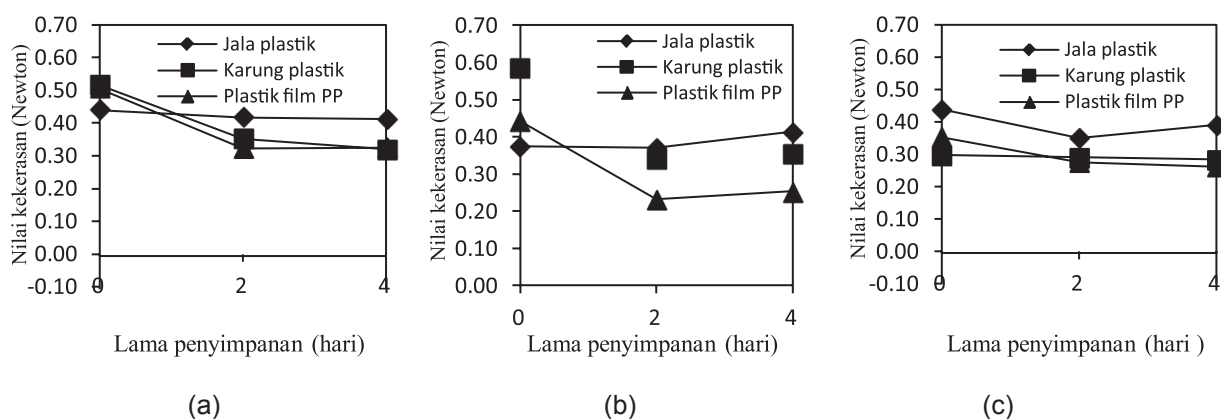
Perubahan Warna

Warna merah pada cabai disebabkan oleh adanya kandungan pigmen karotenoid yang warnanya bervariasi dari kuning hingga sampai merah gelap (Purseglove 2003). Perubahan warna cabai selama penyimpanan dinilai menggunakan sistem notasi

Hunter yang dicirikan dengan tiga parameter warna, yaitu warna kromatik (*hue*) yang ditulis dengan notasi a^* menunjukkan warna kromatik campuran merah-hijau, notasi b^* menunjukkan warna kromatik campuran biru-kuning dan tingkat kecerahan dengan notasi L^* [$L^*=0$ (Hitam) dan $L^*=100$ (Putih)]. Derajat Hue ($^{\circ}H$) dihitung dengan persamaan $[\arctan(b/a)]$. Jika $^{\circ}H$ berkisar antara 18° sampai 54° warnanya adalah merah, 54° sampai 90° kuning kemerahan, 90° sampai 126° kuning dan besar dari 126° kuning kehijauan (Hutchings 1999). (Monopolou *et al.* 2012) juga berpendapat kisaran sudut h^* ($^{\circ}Hue$) yang mendekati 90° lebih mendekati warna kuning dan besar dari 90° lebih mendekati warna hijau.

Tingkat kecerahan cabai (L^*) yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 34.95 sampai dengan 38.03. Hasil analisis sidik ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perbedaan suhu berpengaruh nyata ($p<0.05$) terhadap tingkat kecerahan cabai selama penyimpanan namun perbedaan jenis kemasan dan interaksi antara jenis kemasan dan suhu penyimpanan tidak berpengaruh nyata ($p>0.05$). Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa cabai yang disimpan pada suhu 10°C rata-rata memiliki tingkat kecerahan yang lebih tinggi (kisaran nilai L^* 36.59-38.03) dibandingkan penyimpanan suhu 15°C (kisaran nilai L^* 36.60-37.82) dan suhu ruang (kisaran nilai L^* 34.95-36.60). Tingginya tingkat kecerahan cabai yang disimpan pada suhu 10°C dapat disebabkan oleh rendahnya angka kehilangan air cabai selama penyimpanan. Rendahnya suhu penyimpanan dapat menekan terjadinya penguapan air dari cabai sehingga tingkat kecerahannya lebih tinggi dari cabai yang disimpan pada suhu yang lebih tinggi.

Hasil analisis sidik ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perbedaan jenis kemasan dan suhu penyimpanan serta interaksi antara jenis kemasan dan suhu penyimpanan tidak berpengaruh nyata ($p>0.05$) terhadap tingkat kemerahan (a^*) cabai selama penyimpanan. Tingginya nilai a^* berarti warna merah cabai mendekati arah merah cerah dan semakin rendah nilai a^* warna merah cabai



Gambar 4. Nilai kekerasan (N) pada penyimpanan (a) suhu 10°C, (b) suhu 15°C dan (c) suhu ruang (28-32°C).

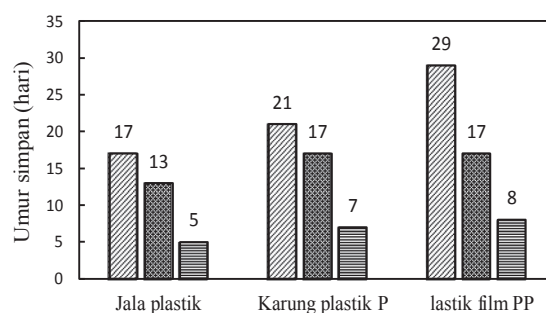
mendekati gelap/ungu (notasi warna Hunter). Hal ini dapat disebabkan oleh teroksidasinya pigmen karoten dan xanthophyl yang terjadi secara bertahap akibat adanya kontak dengan udara bebas.

Derajat Hue ($^{\circ}\text{Hue}$) yang didapatkan dari pengukuran nilai a^* dan b^* cabai yang disimpan berkisar antara 24.75° sampai dengan 28.5° dan termasuk dalam kategori merah karena berada pada *range* : 18° - 54° (Hutching 1999). Pengamatan secara visual tidak menunjukkan adanya perubahan warna merah yang terjadi selama penyimpanan namun analisis sidik ragam ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perbedaan suhu penyimpanan berpengaruh nyata ($p<0.05$) terhadap derajat *hue* ($^{\circ}\text{Hue}$) cabai namun jenis kemasan dan interaksi antara jenis kemasan dan suhu penyimpanan tidak berpengaruh nyata ($p>0.05$). Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa cabai yang disimpan pada suhu 10°C (rata-rata 27.10) memiliki $^{\circ}\text{Hue}$ lebih tinggi dibandingkan penyimpanan suhu 15°C (rata-rata 26.54) dan berbeda nyata dengan suhu ruang (rata-rata 25.57).

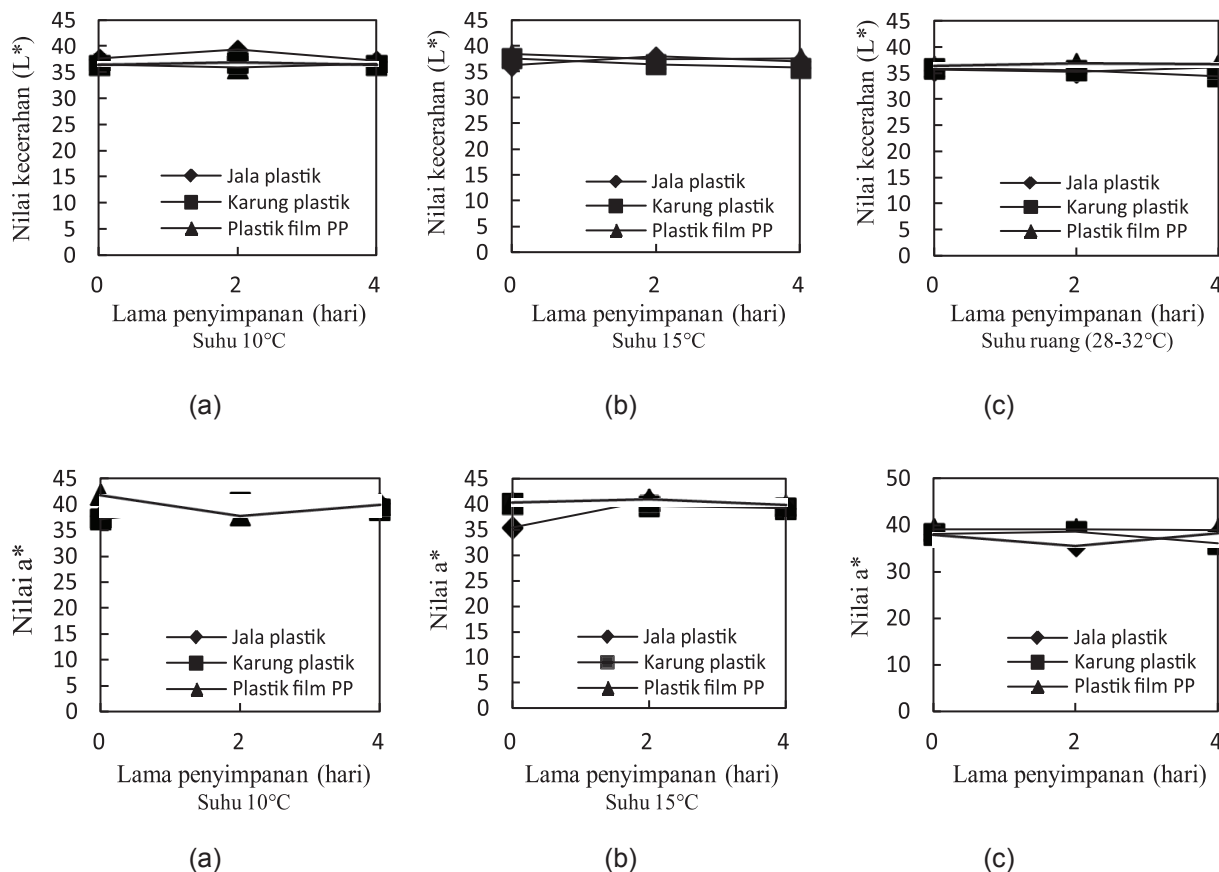
Pengamatan Visual

Umur simpan cabai keriting dari masing-masing kemasan yang disimpan pada beberapa tingkat suhu sampai batas maksimal kelayakan dapat dilihat pada Gambar 5. Untuk mengetahui pengaruh masing-masing kemasan dan penggunaan suhu

penyimpanan yang berbeda terhadap mutu fisik cabai, maka analisa statistik dihitung sampai hari ke-5, sesuai dengan pencapaian maksimal umur simpan cabai kontrol (jala plastik). Hasil pengamatan visual secara umum terhadap cabai pada masing-masing perlakuan memperlihatkan terjadinya kerusakan pada cabai yang disimpan seperti tumbuhnya cendawan dan perubahan tekstur yang jumlah keseluruhannya melebihi 40% pada tiap-tiap kemasan. Pada kemasan jala plastik, kerusakan yang terjadi berupa pengkripitan bagian kulit cabai dengan penurunan bobot mencapai 20% akibat hilangnya kandungan air cabai selama penyimpanan. Pada cabai dalam kemasan karung



Gambar 6. Umur simpan cabai keriting dalam kemasan pada suhu berbeda.



Gambar 5. Perubahan warna cabai pada penyimpanan (a) suhu 10°C , (b) suhu 15°C dan c) suhu ruang ($28-32^{\circ}\text{C}$).

plastik, kerusakan lebih banyak disebabkan oleh tumbuhnya cendawan dan busuk basah, sedangkan pada cabai dalam kemasan plastik film kerusakan yang terjadi adalah busuk basah dan munculnya bau akibat terjadinya fermentasi anaerob selama penyimpanan. Cabai dapat bertahan pada kondisi optimalnya paling lama 29 hari penyimpanan menggunakan plastik PP yang disimpan pada suhu 10°C.

Simpulan

Perbedaan jenis kemasan dan suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap laju produksi CO₂ dan konsumsi O₂, susut bobot dan nilai kekerasan sedangkan tingkat kecerahan (L*) hanya dipengaruhi oleh jenis kemasan saja dan interaksi antara jenis kemasan dan suhu penyimpanan hanya berpengaruh nyata terhadap susut bobot. Susut bobot cabai yang paling tinggi dihasilkan dari penyimpanan cabai dalam kemasan jala plastik pada penyimpanan suhu ruang dengan nilai susut 21.06%±0.4 dan yang paling rendah pada penyimpanan dalam plastik film PP suhu 10°C (0.12%±0.1). Nilai kekerasan paling tinggi pada cabai dalam kemasan jala plastik dengan nilai rata-rata 0.40N dan tingkat kecerahan (L*) paling tinggi didapat dari cabai yang disimpan pada suhu 10°C dengan kisaran nilai L* 36.59-38.03. Kombinasi antara jenis kemasan dan suhu penyimpanan yang paling baik dalam mempertahankan mutu fisik cabai dan umur simpan yang lebih lama adalah pengemasan cabai dengan plastik film PP yang disimpan pada suhu 10°C dengan umur simpan mencapai 29 hari.

Daftar Pustaka

- Hutchings, J.B. 1999. Food Color and Appearance. 2ndEd. Maryland: Aspen Publ. Inc.
- Lownds, N.K., M. Banaras, P.W. Bosland. 1994. Postharvest water loss and storage quality of nine pepper (*Capsicum*) Cultivar. HortScience 29(3): 191-193.
- Monolopoulou, H., L. Gregory, X. George. 2012. Active modified atmosphere packaging of fresh-cut bell peppers: effect on quality indices. Journal of Food Research: Vol 1 No.3. Canadian Center of Science and Education. Canada.
- Pangidoan, S., Sutrisno, Y.A. Purwanto. 2014. Transportasi dan Simulasinya dengan Pengemasan Curah untuk Cabai Keriting Segar. *Jurnal Keteknik Pertanian* Vol. 28 No 1: 23-30.
- Pantastico, E.R.B., A.K. Mattoo, T. Murata, K. Ogata. 1986. Kerusakan-Kerusakan karena Pendinginan dalam Fisiologi Pasca Panen dan Pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayur-Sayuran Tropika dan Subtropika. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Purseglove. 2003. Spice Volume II. New York : Longman Inc
- Purwanto, Y.A., S. Oshita, Y. Makino, Y. Kawagoe. 2005. Determination of chilling injury index in cucumber fruits through proton NMR analysis. Proceeding of International Conference on Research Highlights and Vanguard Technology on Environmental Engineering in Agricultural Systems, September 12-15, 2005, Kanazawa, Japan.
- Purwanto, Y.A., S. Oshita, Y. Makino, Y. Kawagoe. 2011. Indication of Chilling Injury symptoms in Japanese cucumber (*Cucumis sativus* L.) based on The Change in ion leakage. Indonesian Journal of Agricultural Engineering. Vol.26, 1.
- Purwanto, Y.A., R. Nurdjannah, A. Lamona, E. Darmawati, N. Purwanti. 2013. Packaging of curly chilies during transportation and temporary storage for domestic market in Indonesia. Proceeding of The International Symposium on Quality Management of Fruits and Vegetables for Human Health (FVHH2013) 5-8 August 2013 at Golden Tulip Sovereign Hotel, Bangkok, Thailand.
- Rao, T.V.R., B. Neeta, Gol, K.S. Khilana. 2011. Effect of postharvest treatments and storage temperature on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annum* L). Scientia Horticulturae 132 : 18-26.
- Taksinamanee, A., V. Srilaong, A. Uthairatanakij, S. Kanlayanarat. 2006. Effect of hydro-cooling combine with packing method on enzymatic antioxidant activity and some physical changes in red hot chilli cv. 'Superhot'. Acta Hort. 712. ISH : 873-878
- Thompson, J.F. 2002. Storage System. P. 113-128. In A.A. Kader (ed), Postharvest Technology of Horticultural Crops (3rdEd.): The Regents of The University of California
- Tucker, G.A. 1993. Biochemistry of Fruit Ripening. Chapman and Hall, London
- Walker, S. 2010. Postharvest Handling of Fresh Chiles. New Mexico State University. Mexico
- Wills, R., B. Mcglasson, D. Graham, D. Joyce. 1998. Post Harvest: An Introduction to the Physiology and Handling on Fruits and Vegetable. Australia (AU): NSW Pr Limited.
- Winarno, F.G. 2002. Fisiologi Lepas Panen Produk Hortikultura. Bogor: M-BRIO Press.
- Zaulia, O., M. Razali, H. Aminuddin, D. Che Omar, K.H. Ng, M. Habsah. 2006. Effect of different packagings and storage temperatures on the quality of fresh-cut red chilli. J. Trop. Agric. and Fd. Sc. 34(1)(2006): 67-76